Zitteliana	20	Hagn/Herm-Festschrift	93–103	München, 31. 12. 1993	ISSN 0373-9627

Dasycladaceen aus dem Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) des Hohenloher Landes, Süddeutschland

Von

ERIK FLÜGEL & HANS HAGDORN*)

Mit 2 Abbildungen und 2 Tafeln

KURZFASSUNG

Aus einem Muschel/Crinoiden-Bioherm im Oberen Muschelkalk (Oberer Trochitenkalk) von Künzelsau (Nordwürttemberg) werden Dasycladaceen (*Griphoporella künzelsauensis* n. sp.) beschrieben. Die monospezifische Flora kann nicht mit den wenigen bisher aus dem Germanischen Muschelkalk bekannten Dasycladaceen verglichen werden. Litho- und biostratigraphische Daten weisen darauf hin, daß wahrscheinlich alle aus dem Oberen Muschelkalk bekannten Dasycladaceen-Floren in das höhere Anis einzustufen sind.

ABSTRACT

There are only few reports on Triassic dasycladacean green algae from the non-Tethyan marginal-marine environments of the Muschelkalk until now (Upper Silesia, Lotharingia, Black Forest area). A monospecific florula consisting of *Griphoporella künzelsauensis* n. sp. is described from a small pelecypod/crinoid bioherm within the Upper Trochiten Kalk of northern Württemberg, southwest Germany. Litho- and biostratigraphical data indicate a Late Anisian age not only for the Künzelsau dasycladacean flora but also for the other dasycladacean localities known from the Upper Muschelkalk.

1. EINLEITUNG

Die meisten mesozoischen Dasycladaceen waren auf tropische Warmwasserzonen der Tethys beschränkt (ELLIOTT 1981). Im Gegensatz zum Artenreichtum und der weiten geographischen Verbreitung in der Tethys steht die Seltenheit und die geringe Diversität mesozoischer Dasycladaceen in subtropischen Randmeeren außerhalb der Tethys. Dies gilt sowohl für die Trias als auch für den Jura (ELLIOTT 1977, 1982). Eine Erklärung für diesen Unterschied könnte die Abhängigkeit der Verkalkung von Dasycladaceen von der Wassertemperatur darstellen. Hierbei sind bei Grünalgen die niedrigsten Werte der mittleren Monatstemperatur des Meerwassers von wesentlicher Bedeutung (ELLIOTT 1984; BERGER & KAEVER 1992).

Bereits die erste (und bisher auch letzte) kritische Zusammenstellung der Dasycladaceen aus der Germanischen Trias durch PIA (1931) zeigt, daß Dasycladaceen im Muschelkalk im wesentlichen nur auf drei Gebiete beschränkt sind: Oberschlesien, Lothringen und östlicher Schwarzwaldrand (Abb. 1). Hierzu kommen noch das Polnische Mittelgebirge (GAZDZICKI & KOWALSKI 1974) und der nachfolgend beschriebene Fund in Nordwürttemberg.

Die bisher bekannten Dasycladaceen aus dem Muschelkalk entsprechen Arten, die ihre Hauptverbreitung in der Tethys haben. Es handelt sich überwiegend um Arten der Gattungen *Physoporella*, *Oligoporella* und *Macroporella*. Im auffallenden

*) Prof. Dr. ERIK FLÜGEL, Institut für Paläontologie, Universität Erlangen-Nürnberg, Loewenichstraße 28, D-91054 Erlangen;
Dr. h. c. HANS HAGDORN, Muschelkalkmuseum Hagdorn Ingelfingen, Schloßstraße 11, D-74653 Ingelfingen.

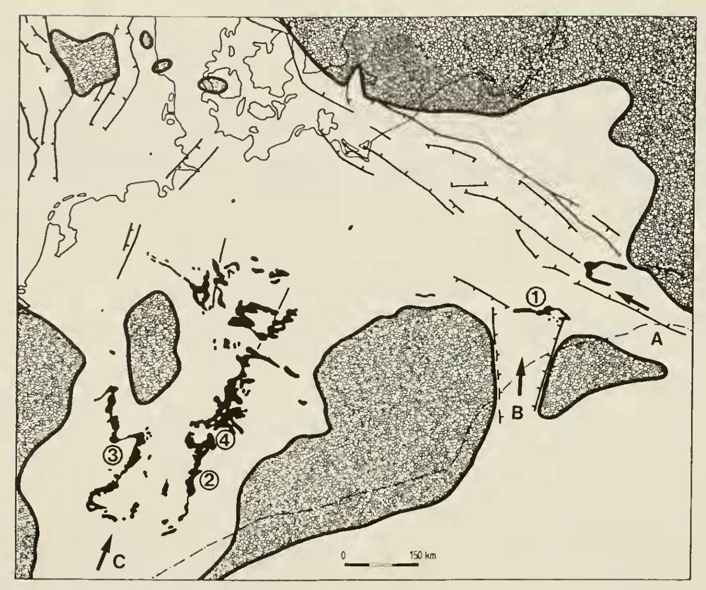


Abb. 1: Paläogeographie und Lage der Dasycladaceen-Fundpunkte im Germanischen Becken. Gerastert: Abtragungsgebiet. Ungerastert: Ablagerungsgebiet. Schwarz: Heutiger Muschelkalk-Ausstrich. Marine Verbindungswege zur Tethys: A - Ostkarpaten-Pforte, B - Schlesisch-Mährische Pforte, C - Burgundische Pforte. Dasycladaceen-Fundpunkte: 1 - Oberschlesien (Gorasdzer Schichten, Diploporendolomit), 2 - Östlicher Schwarzwaldrand (basaler Trochitenkalk), 3 - Lothringen („Mittlerer" Muschelkalk), 4 - Künzelsau (Trochitenkalk, *robustus*-Zone). Karte nach Ziegler (1982) aus Hagdorn et al. (1991).

Gegensatz hierzu stehen die in Nordwürttemberg entdeckten Dasycladaceen, deren generische Zuordnung schwierig ist und die eine neue Art repräsentieren.

Die bisherigen Funde von Dasycladaceen in der Germanischen Trias sind auf wenige, regional begrenzte Horizonte im Muschelkalk beschränkt. Gleichwohl spielten sie beim Bemühen, die Germanische Trias stratigraphisch mit Stufen und Zonen der Triasgliederung in den Alpen zu korrelieren, eine beachtliche Rolle:

Erstmals schrieb Eck (1862, 1865) über das häufige Auftreten von *Nullipora annulata* im Himmelwitzer Dolomit Oberschlesiens, der später „Diploporendolomit" genannt wurde (siehe Assmann 1944). Gumbel (1872) stellte die dort dominierende Form zu *Gyroporella cylindrica*, die später mit der Leitform des Ladins, *Diplopora annulata*, vereinigt wurde. Auf dieser Identifikation beruhte die frühere Einstufung des schlesischen Diploporendolomits ins Ladin. Pia (1930) wies darauf hin, daß die schlesischen Funde jedoch größtenteils zu *Diplopora annulatissima*, daneben auch zu *Oligoporella elegans* gehören und daß daher ein anisisches Alter denkbar wäre; doch veranlaßten ihn mehrere ungenau beschriftete Stükke von *Diplopora annulata* (Fundort „Oberschlesien"), die Einstufung ins Ladin beizubehalten. Das Typusmaterial zu Gumbels *Gyroporella cylindrica* war ihm nicht zugänglich, und aus Gümbels Beschreibung gingen wichtige Merkmale nicht hervor. Kozur (1974 a: 24) wies darauf hin, daß die beiden einzigen Handstücke mit *Diplopora annulata*, die Pia vorlagen, ohne genaue Fundortangabe unter der Bezeichnung „Schlesien, Roemer leg." im Naturhistorischen Museum in Wien liegen, während die Proben mit *Diplopora annulatissima* und *Oligoporella elegans* mit genauen Fundort- und Fundhorizontangaben versehen sind.

Die von Benecke (1898) aus den *Lingula*-Dolomiten im oberen Abschnitt des Mittleren Muschelkalks von Lothringen (Gänglingen bei Falkenberg = Faulquemont) als *Diplopora lotharingica* beschriebenen Dasycladaceen stellte Pia (1926, 1930, 1931) unter Vorbehalt zu *Physoporella*, einer bis dahin nur aus dem Anis bekannten Gattung. Bei Kozur (1974 a: 25) wird diese Form als Unterart *lotharingica* von *Physoporella pauciforata* geführt.

Dieselbe Form fand Hohenstein (1913) in seiner Fauna II am östlichen Schwarzwaldrand (Weilderstadt). Der Fundhorizont ist nach Wirth (1957) in die unteren Zwergfaunaschichten des Trochitenkalks, also in den basalen Oberen Muschelkalk zu stellen.

Aus diesen Funden ergab sich für Pia ein nicht auflösbarer Widerspruch, daß der oberschlesische Diploporendolomit mit *Diplopora annulata* bereits ladinisch, der obere Teil des Mittleren Muschelkalks in Lothringen und am Schwarzwaldrand aber noch anisisch sein sollte. Pia unterschied daher im Diploporendolomit einen unteren anisischen von einem oberen ladinischen Teil, aus dem die Funde von *Diplopora annulata* stammen sollen. Kozur (1974 a: 24) bezweifelte diese Vorkommen und wies *Diplopora annulatissima* bis direkt unterhalb der Unteren Tarnowitzer Schichten nach, während er *Diplopora annulata* überhaupt nicht fand. Die Bedeutung von

Diplopora annulatissima als Zonenindexfossil ist umstritten (OTT 1972, DRAGASTAN 1981, BYSTRYCKI 1986).

Heute wird der Obere Muschelkalk bis einschließlich zur *robustus*-Zone bzw. nach palynologischen Befunden sogar bis zur *postspinosus*-Zone in das Ober-Illyr, also in das oberste Anis, eingestuft. Demnach haben alle bisher bekannten Dasycladaceen des Germanischen Muschelkalks oberanisisches Alter.

DANK

Wir danken Prof. Dr. CH. DULLO, GEOMAR Kiel, der als Katalysator zwischen den Autoren gewirkt hat, sowie Prof. Dr. H. MOSTLER, Innsbruck, für die mikropaläontologische Untersuchung des Profils, vor allem aber Dr. M. URLICHS, Stuttgart, der in mühevoller Arbeit die Ceratitenfunde bestimmte und seine Ansicht zur lithostratigraphischen Gliederung des Profilabschnitts zur Diskussion stellte. Der Geschäftsleitung der SCHOTTERWERKE HOHENLOHE-BAULAND GmbH & Co. KG, Osterburken, gebührt Dank für die Genehmigung zum Betreten ihres Geländes. Die Mikrophotographien wurden durch Frau NEUFERT, Institut für Paläontologie Erlangen, durchgeführt.

2. DASYCLADACEEN VON KÜNZELSAU-GARNBERG, HOHENLOHER LAND

2.1 LOKALITÄT UND FUNDSCHICHTEN

Im 1989 stillgelegten Schotterwerk Künzelsau-Garnberg der HOHENLOHER SCHOTTERWERKE GmbH & Co. KG (TK 25 von Baden-Württemberg, Blatt 6724 Künzelsau, R = 3551500, H = 5460800; Profilbeschreibung in HAGDORN 1991) fielen in der Schlußphase des Abbaus Stücke von Muschel/Crinoiden-Biohermen aus dem oberen Abschnitt des Trochitenkalks süddeutscher Prägung an. Ähnliche Riffe waren bereits von VOLLRATH (1955), GWINNER (1968) und HAGDORN (1978) aus den Trochitenbänken 3 und 4 (*atavus*-Zone) der Haßmersheimer Schichten und ihrer kalkigeren Äquivalente im Raum Crailsheim beschrieben worden (HAGDORN & OCKERT 1993).

Gerüstbildend wirkten in diesen Riffen übereinander gewachsene Klappen der austernartigen Terquemien *Enantiostreon difforme* und *Newaagia noetlingi* sowie lagenweise, besonders in den höheren Teilen der bis 1,8 m dicken Bioherme, inkrustierende Haftscheiben und kallös ummantelte basale Stielteile der Seelilie *Encrinus liliiformis* (HAGDORN 1978). Auf diesen Organismen siedeln gleichfalls festzementierte Muscheln wie *Placunopsis ostracina*, Röhrenwürmer („*Spirorbis*" *valvata*), Foraminiferen sowie byssate Muscheln und artikulate Brachiopoden. HUSSNER (1993) fand neben mehreren Mikroproblematika auch monaxone Schwammnadeln und schloß daraus, daß auch Schwämme zur Bildung des Riffgerüstes beitrugen. Hinweise auf Algen- oder Bakterienmatten als Riffbinder fehlen.

In den um zwei Ceratitenzonen jüngeren Biohermen von Künzelsau fanden sich die hier beschriebenen Dasycladaceen. Die Bioherme treten im Fundhorizont nicht selten auf. Zur Zeit läßt sich die Bank anstehend, aber fast unzugänglich, über ca. 100 m entlang der Steinbruchwand verfolgen. Auf dieser Strecke sind zwei Bioherme aufgeschlossen. Zu Zeiten des Abbaus waren mehrere Bioherme angefallen. Sie müssen ähnlich häufig gewesen sein wie die Riffe der *atavus*-Zone im Raum Crailsheim, für die HAGDORN (1978) bis zu 10 Bioherme pro 1000 m^2 ermittelte.

2.2 LITHOSTRATIGRAPHIE

Der Trochitenkalk Südwestdeutschlands wurde lithostratigraphisch anhand von zahlreichen Leitbänken gegliedert (z. B. VOLLRATH 1955, WIRTH 1957, SCHAFER 1971, OCKERT 1988), die jedoch äußerst unterschiedliche regionale Reichweite haben. Den höchsten Leitwert, weil mit dem Leitbrachiopoden *Punctospirella fragilis* auch bei veränderter Fazies eindeutig gekennzeichnet, besitzt die *Spiriferina*-Bank, die im Profil Garnberg in Schicht 258 sicher identifizierbar ist (HAGDORN & SIMON 1993). Der Fundhorizont der Dasycladaceen liegt 6 m unter der *Spiriferina*-Bank, also im Oberen Trochitenkalk. Dessen Fazies unterscheidet sich im nordöstlichen Baden-Württemberg durch erhöhten Tongehalt und verringerte Mächtigkeit von der Ausbildung in Mittelwürttemberg und in Nordbaden. Obwohl im Raum Künzelsau noch mehrere Trochitenbänke auftreten, lassen sich diese nicht sicher mit dem mittelwürttembergischen Normalprofil (WIRTH 1957, SCHAFER 1971) korrelieren, wie das im Gebiet des unteren Kochers noch weitgehend möglich ist (SKUPIN 1970). Selbst die sonst so charakteristischen Wellenkalkbänke sind in Künzelsau nicht mehr typisch ausgebildet. Infolgedessen wird die Identifizierung der darüberliegenden Trochitenbänke fast unmöglich. Dies zeigt auch die lithostratigraphische Interpretation des Profils Garnberg durch HAGDORN & SIMON (1985) und OCKERT (1988).

Auch wenn die wellig-flaserige bis gefaltete Schichtung der Wellenkalkbänke im Profil Garnberg nicht mehr ganz typisch ist, sprechen dort doch die direkt unter- und überlagernden Schill- bzw. Schill-Trochitenbänke dafür, im Fundhorizont der Dasycladaceen die Dachbank von Wellenkalkbank 2 zu sehen. Trochitenbank 8 (Deutung bei HAGDORN & SIMON 1985) müßte durch Blaukalke und Mergel von Wellenkalkbank 2 getrennt sein. Die Trochitenbank zwischen Wellenkalkbank 2 und

Spiriferina-Bank läßt sich mit keiner der in Mittelwürttemberg und am unteren Kocher ausgewiesenen Trochitenbänke 8 bis 12 korrelieren. Die Splitterkalkbänke mit ihrer typischen wellig-feinschichtigen Ausbildung fehlen im Profil Garnberg gleichfalls, weshalb es äußerst spekulativ ist, Schillkalkbänke im fraglichen Abschnitt auf die Schillkalk-Dachbänke der Splitterkalkbänke beziehen zu wollen. Weiter nach Osten setzt, einer allgemeinen Tendenz folgend, die Trochitenführung der Bänke über Trochitenbank 6 ganz aus (Hagdorn & Simon 1985, Ockert 1988).

2.3 Biostratigraphie und chronostratigraphische Einstufung

Begünstigt durch die tonreiche Ausbildung des oberen Trochitenkalks im nordöstlichen Baden-Württemberg sind Ceratiten recht häufig und aus verschiedenen Profilen horizontiert belegt (Wenger 1957, Hagdorn & Simon 1985, Ockert 1988, Urlichs & Mundlos 1988). Besonders dicht mit Ceratiten beprobt ist das Profil Garnberg.

Um bei der schwierigen und von einer gewissen Subjektivität nicht ganz freien Bestimmung vergleichbare Ergebnisse zu si-

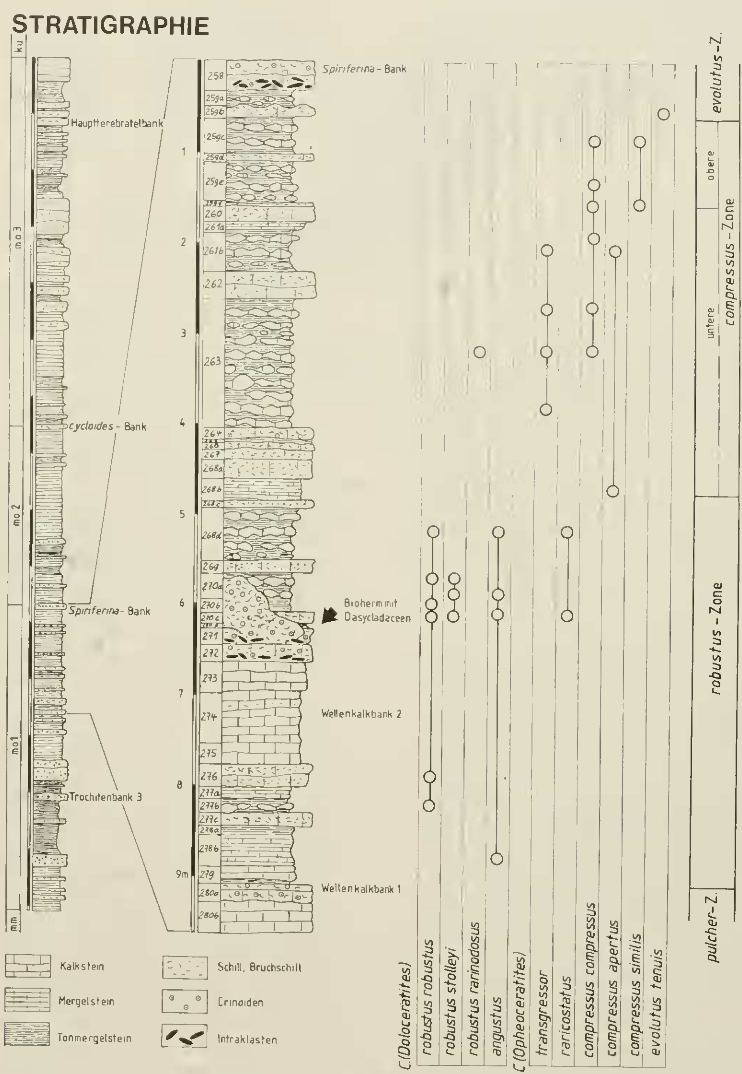


Abb. 2: Stratigraphie des Muschelkalk-Profils Künzelsau-Garnberg. Der Profilausschnitt liegt nach sequenzstratigraphischer Deutung von Aigner & Bachmann (1993) im oberen Teil des „transgressive systems tract" der zweiten Muschelkalksequenz. Die „maximum flooding surface" ist im Bereich von Tonhorizont beta, wenige Meter unter der *cycloides*-Bank anzunehmen. Die Anis/Ladin-Grenze liegt nach Kozur (1974 a, b) an der Basis der *compressus*-Zone.

chern, wurde die Bestimmung des Garnberger Materials Herrn Dr. M. URLICHS übertragen. Damit sollte die Ceratiten-Biostratigraphie des Garnberger Referenzprofils mit anderen Profilen (URLICHS & MUNDLOS 1988, URLICHS & VATH 1990) besser vergleichbar gemacht werden.

Nach der Bestimmung von 50 horizontiert gesammelten Ceratiten aus dem Bereich von Schicht 278 b bis Schicht 259 a direkt im Liegenden der *Spiriferina*-Bank ergibt sich die in Abb. 2 dargestellte Verteilung. Demnach liegt der Dasycladaceen-Horizont im mittleren Teil der *robustus*-Zone, welche jedoch nach Neuetablierung der *pulcher*-Zone (vgl. URLICHS & VATH 1990) auf wenige Meter reduziert ist (4,2 m im Profil Garnberg). Die Basis der *compressus*-Zone - und damit der Mittleren Ceratitenschichten - liegt knapp 1,5 m über dem Dasycladaceen-Horizont. Eine Trennung von unterer und oberer *compressus*-Zone ist damit auch im Profil Garnberg deutlich (siehe URLICHS & MUNDLOS 1988).

Mikropaläontologische Proben aus dem Profilabschnitt von Schicht 278 b bis 258, im Sommer 1990 von Prof. Dr. H. MOSTLER genommen und untersucht, brachten keine verwertbaren Ergebnisse, die zur Diskussion der Einstufung des Profils beitragen könnten (mündl. Mitt. Prof. MOSTLER, 1991).

KOZUR (1974 a) legt die Anis/Ladin-Grenze, die in der Alpinen Trias kontrovers diskutiert wird (siehe KOZUR 1974 a, b), im Germanischen Muschelkalk an die Basis der *compressus*-Zone, wo die Untergattung *Progonoceratites* (von *Paraceratites*) sensu KOZUR stark zurücktritt und wo *Ceratites* sensu KOZUR erscheint.

Dazu ist zu bemerken, daß URLICHS & MUNDLOS (1978, 1987) *Progonoceratites* enger fassen und die Formenreihe *primitivus-pulcher-robustus* zum Subgenus *Doloceratites* stellen, die frühen einfachrippigen Ceratiten der *compressus*- und *evolutus*-Zone zum Subgenus *Opheoceratites*, und damit zum Genus *Ceratites*.

Nach KOZUR (1974 b: 61) liegt bei den Mikrofaunen der Hauptschnitt bereits in der *atavus*-Subzone (Grenze mo1 α/mo1 ß), in der einige anisische Elemente aussterben und ladinische einsetzen. Für eine sichere Festlegung wäre nach KOZUR die genauere Einstufung des Fundhorizontes von *C. robustus* in Zibil (Rumänien) nötig. Sollte es sich dabei tatsächlich um oberstes Anis handeln, müßte man die gesamten Unteren Ceratitenschichten, wie von KOZUR (1974 a) vorgeschlagen, ins Anis stellen.

Palynologische Untersuchungen im Muschelkalk Oberfrankens (VISSCHER et al. 1993) rücken die Anis/Ladin-Grenze im Germanischen Becken mit dem Aussetzen des im alpinen Anis leitenden *Stellapollenites thiergartii* noch weiter nach oben, in den Bereich unter der *cycloides*-Bank.

Das Künzelsauer Dasycladaceen-Vorkommen läßt sich demnach zwar gut in das biostratigraphische Schema der Ceratiten-Zonen einordnen, es bestehen jedoch noch erhebliche Unsicherheiten und Widersprüche bei der Parallelisierung der Fundschichten mit der Alpinen Trias.

2.4 BESCHREIBUNG DER BIOHERME

Die Künzelsauer Riffe sind lateral scharf abgegrenzte, dicklinsenförmige Körper von maximal 1 m Durchmesser und 15 bis 60 cm Dicke, die einer trochitenführenden Biointrasparrudit-Bank (Schicht 271, Abb. 2) aufsitzen. Die Böschungswinkel betragen 10 bis 30°. Vom Biohermgerüst sind an seiner Oberfläche nur die Ränder der bis 10 cm großen *Newaagia*-Klappen zu sehen, welche als unregelmäßiges Polygonmuster die mikrosparitisch zementierten Zwickel dazwischen überragen. Die Zementationsfront rückte vom Biohermgerüst nach außen vor und setzt mit abrupter Grenze an den nicht verfestigten Mergeln der Deckschichten aus (Schicht 270).

Die Terquemien sind stellenweise dicht von juvenilen *Enantiostreon* (5-7 mm Durchmesser) oder von *Placunopsis ostracina* überkrustet. An einigen Stellen sitzen einzelne Haftscheiben oder kleine Gruppen von sich gegenseitig inkrustierenden basalen Stielabschnitten von *Encrinus liliiformis*, die wiederum von *Placunopsis*, *Enantiostreon* und „*Spirorbis*" bewachsen sein können. Das gesamte Biohermgerüst, besonders die Crinoidenwurzeln und die dickschaligen Terquemienklappen, sind von Bohrgängen völlig durchsetzt. Die durch hellen Blockzement ersetzten umkristallisierten Aragonitlagen der Terquemienklappen heben sich von den dunkleren mikrospatitischen Füllungen der Bohrgänge deutlich ab. Die etwa 1 mm dicken Gänge mit rundem Querschnitt gehören zu *Calciroda kraichgoviae*, einer Spur, die nach VOIGT (1975) vermutlich von Hufeisenwürmern (Phoronidea) erzeugt wurde. Auch kurze keulenförmige Gänge und Bohrtaschen von Cirripediern wurden beobachtet.

In Dünnschliffen finden sich gemeinsam mit Dasycladaceen relativ häufig *Spirorbis*-Röhren, die auf isolierten Molluskenklappen aufgewachsen sind.

Unter den sekundären Riffsiedlern dominiert *Plagiostoma striatum*; seltener sind *Entolium discites* und *Pleuronectites laevigatus* sowie der gleichfalls byssate *Septifer praecursor*. Von *Coenothyris vulgaris* wurden nur vereinzelt Schalenreste gefunden.

In den Zwickeln zwischen den großen Terquemien sammelten sich im Kalkschlamm Einzelklappen der oben genannten Sekundärsiedler sowie Schill von grabenden Weichbodenbewohnern wie *Palaeonucula goldfussi*, *Palaeoneilo elliptica*, *Myophoria vulgaris* und anderen, im Schliff nicht näher bestimmbaren Muscheln sowie Röhren des Scaphopoden *Laevidentalium laeve*. Diese Fauna dürfte sowohl in den Schlammgründen zwischen den Biohermen als auch in den schlammgefüllten Zwickeln abgestorbener Biohermteile gelebt haben. In der Flanke eines Bioherms, das sich im Sommer 1989 aus der Steinbruchwand gelöst hatte, fanden sich zerfallene Gehäuse, Gehäuseteile, Stacheln und Laternen des großen regulären Seeigels „*Cidarites*" *grandaevus*. Dieser graste die Oberfläche des festen Bioherms ab. Nicht selten sind in Schicht 270 Ceratiten, deren Steinkerne besonders häufig in leeseitigen (?) Flanken der Bioherme gefunden wurden.

Die Riffe gehen lateral direkt über der Schillkalkbank (Biointrasparrudit), von der sie aufwachsen, in Tonmergelstein über (Schicht 270 d), der sie zur Entstehungszeit als Ton-Kalkschlamm umgab. Limonitisierte Intraklasten an der Oberfläche von Schicht 271 belegen Aufarbeitung durch Stürme. Darüber folgt als Lateralfazies der Bioherme aus der Phase ihrer größten Ausdehnung ein Bruchschillkalk (Schicht 270 c), der direkt in

das Bioherm übergeht. Weiter nach oben folgen 14 cm blätteriger Tonmergelstein (Schicht 270 b), der sich nach oben in 30 cm bröckeligen bis feinknauerigen, sehr tonreichen Calcilutit mit Feinschill (wackestone) fortsetzt (Schicht 270 a). Die Ablagerung des tonigen Kalkschlamms dürfte so rasch erfolgt sein, daß das Biohermwachstum die Sedimentation nicht mehr kompensieren konnte. Anbohrung und erneute Inkrustation des Biohermgerüstes belegen, daß dieses längere Zeit freigelegt war. Entsprechend dem von SEILACHER (1986) vorgestellten Modell waren wohl auch diese Muschelkalkriffe zeitweilig von Schlamm bedeckt und unbelebt, um dann nach ereignisbedingter Freilegung rasch wieder durch Larven inkrustierender Organismen aktiviert zu werden. Die Dasycladaceen stammen aus der Phase der letzten Inkrustation, sie hätten eine Freilegung nicht überstanden. Aufgrund verstärkter Kompaktion der unverfestigten Flankensedimente wurde Schicht 269 in den Biohermflanken tiefer nach unten gepreßt als über dem Bioherm. An dessen Oberfläche bildeten sich Setzungsharnische.

Aufbewahrung des untersuchten Materials: Handstücke aus dem Bioherm, die Begleitfauna und die zur Datierung herangezogenen Ceratiten werden im Muschelkalkmuseum Hagdorn Ingelfingen (MHI) aufbewahrt. Die Algen-Schliffe wurden in der Bayerischen Staatssamlung für Paläontologie und historische Geologie in München hinterlegt.

2.5 BESCHREIBUNG DER DASYCLADACEEN

Chlorophyta
Dasycladales
Seletonellaceae (KORDE, 1950) BASSOULLET et al., 1975
Mastoporeae (PIA, 1920) DELOFFRE, 1988
Griphoporella PIA, 1915

Griphoporella künzelsauensis n. sp.
Taf. 1, Fig. 3-7; Taf. 2

Typus: Holotypus ist das auf Tafel 1, Fig. 6 abgebildete Exemplar in Schliff A.

Locus typicus: Stillgelegtes Schotterwerk Künzelsau-Garnberg der HOHENLOHER SCHOTTERWERKE GmbH & Co. KG (TK 25 von Baden-Württemberg, Blatt 6724 Künzelsau, R = 3551500, H = 5460800).

Stratum typicum: Muschel/Crinoiden-Bioherm im oberen Abschnitt des Trochitenkalkes, Oberer Muschelkalk. Mittlerer Teil der *Ceratites robustus*-Zone. Oberes Anis (Illyr), untere Mitteltrias.

Derivatio nominis: Nach der Stadt Künzelsau, Württemberg.

Material: 7 Großschliffe mit insgesamt etwa 120 Dasycladaceen-Schnitten.

Diagnose: Auffallend kleine, nichtverzweigte Thalli. Gestalt schlauchförmig und kugelig. Möglicherweise bestanden die Thalli aus übereinandergesetzten Segmenten. Große zylindrische Stammzelle. Unterschiedlich dicke periphere Verkalkung (Wände) mit wenigen, aspondyl angeordneten Zweigen erster Ordnung. Gestalt der Äste zylindrisch, zum Teil gegen außen schwach verjüngt.

Beschreibung: Es handelt sich um sehr einfach gebaute, auffallend kleine schlauchförmige oder kugelige Thalli, die in Anhäufungen (Taf. 2, Fig. 5, 6) in der mikritischen Matrix des Bioherms liegen. Viele Thalli sind kompaktiert (Taf. 2, Fig. 5). Meist sind nur kreisförmige Querschnitte zu beobachten (Taf. 2, Fig. 2, 6). Einige im Umriß elliptische Längsschnitte zeigen jedoch, daß die Schlauchabschnitte wahrscheinlich eingeschnürt waren (Taf. 2, Fig. 3). Im Vergleich mit dem großen Durchmesser des axialen Hohlraumes ist die verkalkte Wand relativ dünn. Der Axialröhrendurchmesser erreicht 70 %, bei den geringverkalkten Exemplaren etwa 90 % des Gesamtdurchmessers. Neben relativ stark verkalkten Thalli treten auch auffallend schwach verkalkte Exemplare mit sehr dünnen Wänden (Taf. 2, Fig. 5, 7, 9) auf.

Tangentialschnitte lassen keine Ordnung der Äste in Wirteln erkennen (Taf. 2, Fig. 1). Die Äste sind unregelmäßig (aspondyl) verteilt. Die Gestalt der Äste ist meist zylindrisch, die Dicke der Äste schwankt stark. Einige Äste sind distal geringfügig verjüngt, entsprechen aber kaum den acrophoren oder piriferen Asttypen. Distale Verzweigungen fehlen. Demnach handelt es sich nur um Äste 1. Ordnung.

Gametangien wurden nicht beobachtet.

Abmessungen: Thallus-Durchmesser (D): 0.32 bis 0.58, meist 0.40-0.55 mm

Länge der Thalli: 1.5 bis 2.7 mm

Durchmesser des axialen Hohlraumes (d): 0.25 bis 0.36 mm

Verhältnis d/D: 60-70 %, meist um 70 %, bei dünnwandigen Exemplaren bis 90 %

Durchmesser der (selten sichtbaren) Stammzelle: etwa 0.20 mm

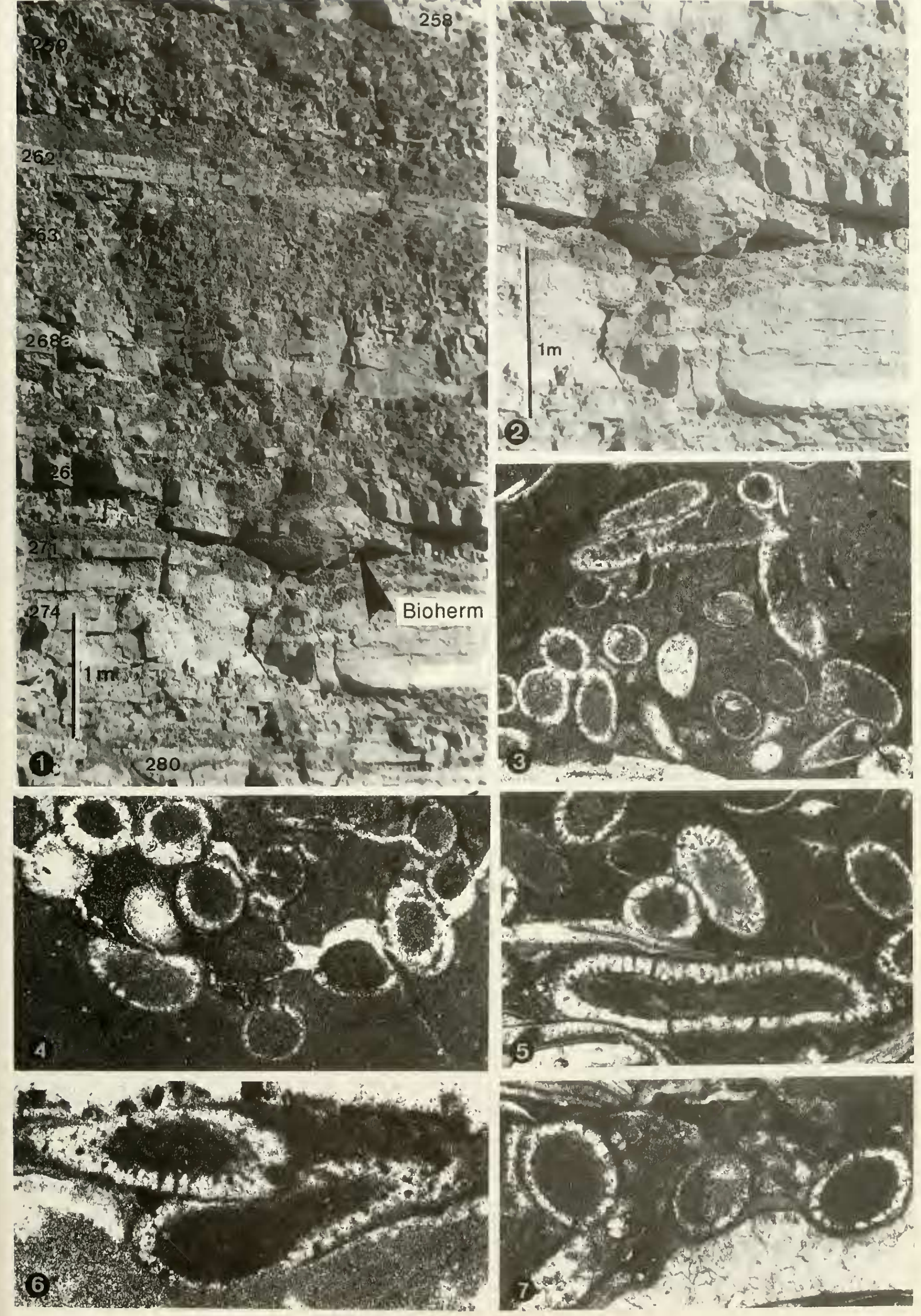
Poren (Ast)-Durchmesser: 0.04-0.06 in schwach verkalkten Thalli, 0.20-0.40 mm in stark verkalkten Thalli.

Tafel 1 Muschelkalk-Steinbruch Garnberg, Künzelsau, Württemberg: Fundpunkt von *Griphoporella künzelsauensis* n. sp.

Fig. 1 Oberer Trochitenkalk. Der Pfeil weist auf das Muschel/Crinoiden-Bioherm, in dessen mikritischer Matrix Dasycladaceen auftreten. Die Bank 280 entspricht der Wellenkalkbank 1, die Bank 274 der Wellenkalkbank 2. Die Bank 271 bildet die Basis des Bioherms, das von Bank 269 überdeckt wird. Vergleiche Abb. 2.

Fig. 2 Ausschnitt mit der Wellenkalkbank 2 und dem algenführenden Bioherm.

Fig. 3-7 *Griphoporella künzelsauensis* n. sp. - Fig. 3-4: Gehäuft auftretende Querschnitte von wahrscheinlich kugelförmigen, verschieden stark verkalkten Thalli. Fig. 3: Schliff A, x 18; Fig. 4: Schliff G, x 25. Fig. 5: Längs- und Schrägschnitte mit zylindrischen und distal leicht verjüngten Astporen. Schliff B. x 30. Fig. 6: Holotypus von *Griphoporella künzelsauensis* n. sp. Schliff A, x 35. Fig. 7: Verschieden stark verkalkte Querschnitte. Schliff A, x 35.


258
262
263
271
274
Bioherm
1 m
280
1m

Diskussion und Vergleiche: Die Thalli sind nach Gestalt und Ausbildung der Äste auffallend einfach entwickelt. Dies steht im Widerspruch zu den im allgemeinen komplexgebauten, bisher aus dem Muschelkalk bekannten Dasycladaceen.

Folgt man der von DELOFFRE (1988) vorgeschlagenen (in Einzelheiten umstrittenen, siehe BERGER & KAEVER 1992) Klassifikation der Dasycladales, so können die hier beschriebenen Algen aufgrund der aspondylen Anordnung der Äste nur der von BASSOULLET et al. (1975) neugefaßten Gruppe der Sellotonellaceae zugeordnet werden. Diese Gruppe umfaßt paläozoische und mesozoische Teilgruppen, unter welchen für die Bestimmung der Algen aus Künzelsau aufgrund der Gestalt der Thalli und der Äste die Mastoporeae und hier die Gattung *Griphoporella* PIA in Frage kommen.

Leider ist *Griphoporella* eine merkmalsarme und daher ungenügend definierte Gattung. Nach der revidierten Diagnose (BASSOULLET et al. 1978) handelt es sich um sehr dünne, verkalkte Thalli mit einem weiten Axialkanal und aspondyl angeordnten Primärzweigen. Die Gattung stellt eine Sammelgruppe für unverzweigte und nicht gegliederte mesozoische Dasycladaceen mit geringer oder unterschiedlicher Verkalkung, variabler Thallusgestalt und schlecht definierter (aspondyler) Anordnung der Äste dar (KAMPTNER 1956, OTT 1974). Die Gattung ist in der alpinen Obertrias weit verbreitet (FLUGEL 1975), wurde jedoch auch aus dem Jura und der Kreide beschrieben. Mitteltriadische Vorkommen wurden seltener gemeldet (z. B. DRAGASTAN & POPA 1973).

Bei einem Vergleich der Dasycladaceen aus Künzelsau mit den bisher bekannten Arten ergeben sich deutliche Unterschiede, die insbesondere in den auffallend geringen Dimensionen der Muschelkalk-Algen liegen. *Griphoporella curvata* aus der Obertrias ist durch sehr große Thalli charakterisiert (D = 1.1 bis 4.2 mm), der Verhältniswert d/D schwankt zwischen 70 und 90 %. Zudem sind die in ihrer Gestalt variablen Poren bei der obertriadischen Art häufig distal verbreitert. Die mitteltriadische Art *G. gümbeli* unterscheiden sich abgesehen von den Abmessungen durch den Besitz von nach außen verdickten Ästen.

Von Interesse ist die unterschiedliche Verkalkung der Muschelkalk-Dasycladaceen: Bei rezenten Dasycladaceen wird der Grad der Verkalkung durch Lichtintensität und Wassertemperatur gesteuert. Stärkere, saisonale Schwankungen in der Wassertemperatur (ROUND 1981) können für unterschiedliche starke Verkalkung der beschriebenen Dasycladaceen verantwortlich gewesen sein.

3. SEQUENZSTRATIGRAPHISCHE EINORDNUNG DER DASYCLADACEEN-FUNDPUNKTE

Unter Berücksichtigiung der sequenzstratigraphischen Interpretation von AIGNER & BACHMANN (1993) repräsentiert die Oberfläche von Schicht 271 mit dem Bioherm die „maximum flooding surface" einer „high frequency sequence". Dafür sprechen die Faunendiversität, insbesondere die Diversität euhaliner Formen, die erosive Oberfläche (Intraklasten) und die langanhaltende Omission, die zumindest in der Anfangsphase des Biohermwachstums erforderlich war, um das Epibenthos vor Überschlammung zu schützen (transgressive lag). Im folgenden „highstand systems tract" rückten die vorher am Beckenrand zurückgehaltenen Ton-Kalkschlamm-Absätze vor und erstickten die Bioherme. Durch die erhöhte Eigenproduktion an Biogenmaterial in der Phase der maximalen Biohermgröße wurde die Schillkalkbank (Schicht 270 c) akkumuliert.

Die Besiedelung mit Dasycladaceen kann demnach in die Phase maximaler Überflutung gestellt werden, was das Verständnis einer Floreneinwanderung von Südwesten durch die Burgundische Pforte erleichtern würde. Ohnehin liegt der Obere Trochitenkalk in der übergeordneten zweiten Muschelkalksequenz im „transgressive systems tract" (AIGNER & BACHMANN 1993). In diesem Abschnitt liegen die ökostratigraphischen Leithorizonte, die durch kurzfristige Einwanderer aus der Tethys gekennzeichnet sind, z. B. *Spiriferina*-Bank und *reticulata*-Bank (HAGDORN & SIMON 1993).

Von den drei bislang bekannten Dasycladaceen-Vorkommen des Oberen Muschelkalks liegt der Künzelsauer Fundhorizont am weitesten entfernt von der Burgundischen Pforte, gleichzeitig aber sequenzstratigraphisch am nächsten zur

---

Tafel 2 Dasycladaceen aus dem Oberen Muschelkalk des Hohenloher Landes: *Griphoporella künzelsauensis* n. sp.

Fig. 1 Thallus-Schrägschnitt. Aspondyle Anordnung der Astquerschnitte. Schliff D. x 50.

Fig. 2 Thallus-Querschnitte. Stark verkalkter Thallus. Dicke zylindrische Äste. Schliff B. x 65.

Fig. 3 Schräger Längsschnitt eines schlauchförmigen, schwach segmentierten Thallus. Schliff B. x 50.

Fig. 4 Schrägschnitt. Die Wand besteht aus grobgranularem Kalzit. Schliff G. x 70.

Fig. 5 Dasycladaceenlängs- und Querschnitte, zusammen mit Schalenresten. Beachte die unterschiedliche Verkalkung der Thalli. Schliff B. x 30.

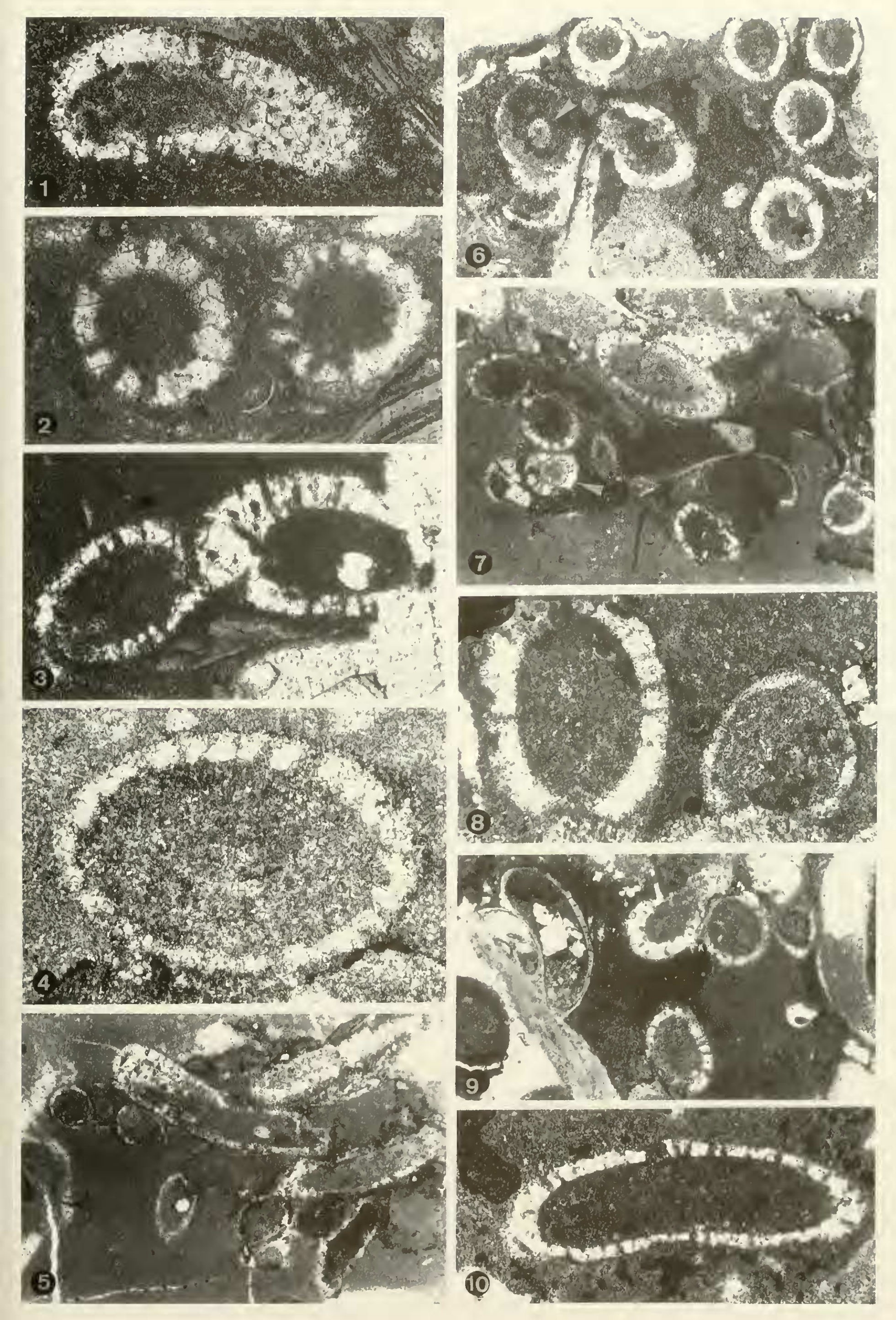
Fig. 6 Die Dasycladaceen treten gehäuft auf. Reste der Stammzelle sind selten (Pfeil). Schliff A. x 25.

Fig. 7 Toniger Biomikrit mit Dasycladaceen und Molluskenschalen. Links unten Querschnitt mit Stammzelle. Schliff C. x 25.

Fig. 8 Stark und schwach verkalkte Thalli mit auffallend großen Axialräumen. Schliff A. x 60.

Fig. 9 Verschieden stark verkalkte Dasycladaceen, zusammen mit „*Spirorbis*" (links). Schliff G. x 25.

Fig. 10 Längsschnitt. Beachte die unterschiedliche Gestalt der Astdurchbrüche. Schliff B. x 42.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

„maximum flooding surface", die wohl eher im Bereich der *spinosus*- und *postspinosus*-Zone lag als im Bereich der *cycloides*-Bank, wie von Aigner & Bachmann (1993) angenommen. Das Vorkommen am Schwarzwaldrand liegt ganz am Anfang des „transgressive systems tract" und repräsentiert die erste vollmarine Immigration nach der Salinarphase des Mittleren Muschelkalks. Das Vorkommen aus dem Mittleren Muschelkalk Lothringens muß stratigraphisch noch eingehend geprüft werden, denn es gibt Hinweise dafür, daß die Grenze Mittlerer/Oberer Muschelkalk am westlichen Beckenrand stark diachron ist (Hagdorn & Duringer, in Vorb.). Danach wäre das Vorkommen in eine lagunäre Randfazies der tieferen Unteren Ceratitenschichten zu stellen, also zeitlich zwischen das Schwarzwälder und das Hohenloher Vorkommen.

Eine weitere Suche nach Dasycladaceen im Oberen Muschelkalk dürfte insbesondere im Südwesten des bisher bekannten Verbreitungsgebietes Erfolg versprechen. Allerdings sind dort durch die starke Dolomitisierung die Erhaltungsbedingungen weniger günstig.

SCHRIFTENVERZEICHNIS

Aigner, T. & Bachmann, G. H. (1993): Sequence Stratigraphy of the German Muschelkalk. - In: Hagdorn, H. & Seilacher, A. (Hrsg.), Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991. - Sonderbände. Ges. Naturkunde Württemberg, 2; 15–18, 2 Abb. Stuttgart, Korb (Goldschneck).

Assmann, P. (1925): Die Fauna der Wirbellosen und die Diploporen der oberschlesischen Trias mit Ausnahme der Brachiopoden, Lamellibranchiaten, Gastropoden und Korallen. - Jb. Preuß. geol. Landesanst., 46: 504-527, 2 Taf., 1 Abb.; Berlin.

Assmann, P. (1944): Die Stratigraphie der oberschlesischen Trias. Teil 2. Muschelkalk. - Abh. Reichsamt Bodenforsch. [N. F.] 208: 1-124, 8 Taf., 1 Tab.; Berlin.

Bassoullet, J. P., Bernier, P., Conrad, M. A., Deloffre, R. & Jaffrezzo, M. (1978): Les Algues Dasycladales du Jurassique et du Crétacé. - Geobios, Mém. spéc., 2: 330 S., 40 Taf.; Lyon.

Benecke, E. W. (1898): *Diplopora* und einige andere Versteinerungen im elsass-lothringischen Muschelkalk. - Mitt. geol. Landesanst. Elsass-Lothringen, 4: 277-285, 2 Abb.; Straßburg.

Berger, S. & Kaever, M. J. (1992): Dasycladales. An illustrated monograph of a fascinating algal order. - 247 S.; Stuttgart, New York (Thieme).

Bystricky, J. (1964): Slovensky kras. Stratigrafia a Dasycladaceae mezozoika Slovenského krasu. - 204 S., 38 Taf.; Bratislava (Ustredny ustav geol.).

Bystricky, J. (1986): Stratigraphic ranging and zonation of dasycladal algae in the West Carpathians Mts., Triassic. - Mineralia slov., 18 (4): 289-321, Bratislava.

Deloffre, R. (1988): Nouvelle taxonomie des algues Dasycladales. - Bull. Centre Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, 12: 165-217; Pau.

Dragastan, O. (1981): Mesozoic Dasycladaceae from Romania: Distribution and biostratigraphical importance. - Facies, 4: 165-196; Erlangen.

Dragastan, O. & Popa, E. (1973): Alge si foraminifere triasice (Anisian-Ladinian) din estul Padurii Craiului (Muntii Apuseni). - Stud. Cerc. Geol. Geofiz., Ser. Geol., 18 (2): 425-442, 22 Taf.; Bucuresti.

Eck, H. (1862): Ueber den Opatowitzer Kalkstein des oberschlesischen Muschelkalks. - Z. deutsch. geol. Ges., 14: 288-311; Berlin.

Eck, H. (1865): Ueber die Formationen des bunten Sandsteins und des Muschelkalks in Oberschlesien und ihre Versteinerungen. - 149 S., 2 Taf.; Berlin (R. Friedländer u. Sohn).

Elliott, G. F. (1977): Inferred isocrymal distribution of Jurassic dasycladacean Algae in Europe, north Africa and southeastern Asia. - J. Geol. Soc., 133: 363-373, 6 Abb.; London.

Elliott, G. F. (1981): The Tethyan dispersal of some chlorophycean algae subsequent to the Palaeozoic. - Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 32: 341-358, 8 Abb.; Amsterdam.

Elliott, G. F. (1982): Calcareous algae and Middle Jurassic facies of southern England. - Geol. Mag., 119: 309-313; London.

Elliott, G. F. (1984): Climatic tolerance in some aragonitic green algae of the post-Palaeozoic. - Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 48: 163-169; Amsterdam.

Flugel, E. (1975): Kalkalgen aus Riffkomplexen der alpin-mediterranen Obertrias. - Verh. Geol. Bundesanst., 1975 (2-3): 297-346, 4 Taf., 11 Tab.; Wien.

Flugel, E. (1990): Triassic and Jurassic marine calcareous algae: a critical review. - In: Riding, R. (Hsg.), Calcareous Algae and Stromatolites, 481-503, 8 Abb.; Berlin (Springer).

Gazdzicki, A. & Kowalski, W. R. (1974): Green algae *Aciculella* Pia from the Muschelkalk of the Holy Cross Mts. (Poland). - Bull. Acad. Polonaise Sci., 22 (1): 27-32, 2 Taf., 3 Abb.; Krakov.

Gumbel, C. W. (1872): Die sogenannten Nulliporen (*Lithothamnium* und *Dactylopora*) und ihre Beteiligung an der Zusammensetzung der Kalkgesteine. - Abh. k. bayer. Akad. Wiss. II Kl., 11: 231 S.; München.

Gwinner, M. P. (1968): Über Muschel/Terebratel-Riffe im Trochitenkalk (Oberer Muschelkalk, mo1) nahe Schwäbisch Hall und Besigheim (Württemberg). - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1968: 338-344, 4 Abb.; Stuttgart.

Hagdorn, H. (1978): Muschel/Krinoiden-Bioherme im Oberen Muschelkalk (mo1, Anis) von Crailsheim und Schwäbisch Hall (Südwestdeutschland). - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 156: 31–86, 25 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.

Hagdorn, H. (Ed. in cooperation with T. Simon & J. Szulc) (1991): Muschelkalk. A Field Guide. - 80 S., 78 Abb., 1 Tab.; Korb (Goldschneck)

Hagdorn, H. & Ockert, W. (1993): *Encrinus liliiformis* im Trochitenkalk Süddeutschlands. - In: Hagdorn, H. & Seilacher, A. (Hrsg.), Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991. Sonderbände. Ges. Naturk. Württemberg, 2: 245–260, 10 Abb.; Stuttgart, Korb (Goldschneck).

Hagdorn, H., Horn, M. & Simon, T. (1993): Vorschläge für eine lithostratigraphische Gliederung und Nomenklatur des Muschelkalks in Deutschland. - In: Hagdorn, H. & Seilacher, A. (Hrsg.), Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991. Sonderbände. Ges. Naturk. Württemberg, 2: 39-46, 1 Tab.; Stuttgart, Korb (Goldschneck).

Hagdorn, H. & Simon, T. (1985): Geologie und Landschaft des Hohenloher Landes. - 186 S., 125 Abb., 1 Tab., 3 Beil.; Sigmaringen (Thorbecke) [2. verb. u. verm. Auflage 1988].

Hagdorn, H. & Simon, T. (1993): Ökostratigraphische Leitbänke im Oberen Muschelkalk. - In: Hagdorn, H. & Seilacher, A. (Hrsg.): Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991. - Sonderbände. Ges. Naturkunde Württemberg, 2: 193–208, 10 Abb.; Stuttgart, Korb (Goldschneck).

Hohenstein, V. (1913): Beiträge zur Kenntnis des Mittleren Muschelkalks und des unteren Trochitenkalks am östlichen

Schwarzwaldrand.- Geol. paläont. Abh. [N. F.], 12 (1): 173-272, 8 Taf., 12 Abb.; Jena.

Hussner, H. (1993): Rifftypen im Muschelkalk Süddeutschlands. - In Hagdorn, H. & Seilacher, A. (Hrsg.): Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991. - Sonderbände. Ges. Naturkunde Württemberg, 2: 261–269, 5 Abb.; Stuttgart, Korb (Goldschneck).

Kamptner, E. (1956): Über ein Vorkommen der Dasycladaceen-Spezies *Griphoporella curvata* (Gumbel) Pia in der Obertrias der Nördlichen Kalkalpen. - Verh. Geol. Bundesanst., 1956 (1): 143–146; Wien.

Kozur, H. (1974 a): Biostratigraphie der germanischen Mitteltrias. - Freiberger Forschungshefte, (C), 280 (1): 1-56, 280 (2): 1-71, 280 (3): 9 Anl. (= 12 Tab.); Leipzig.

Kozur, H. (1974 b): Probleme der Triasgliederung und Parallelisierung der germanischen und tethyalen Trias. Teil 1: Abgrenzung und Gliederung der Trias. - Freiberger Forschungshefte, (C), 298: 139-197, 2 Tab.; Leipzig.

Ockert, W. (1988): Lithostratigraphie und Fossilführung des Trochitenkalks (Unterer Hauptmuschelkalk, mo1) im Raum Hohenlohe. - In: Hagdorn, H. (Hrsg.): Neue Forschungen zur Erdgeschichte von Crailsheim. Zur Erinnerung an Hofrat Richard Blezinger (= Sonderbände. Ges. Naturkunde Württemberg, 1), 43-69, 6 Abb.; Stuttgart, Korb (Goldschneck).

Ott, E. (1972): Die Kalkalgen-Chronologie der alpinen Mitteltrias in Angleichung an die Ammoniten-Chronologie. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 141 (1): 81-115, 2 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

Ott, E. (1974): Algae (Dasycladaceae). - Catalogus Fossilium Austriae. Ein systematisches Verzeichnis aller auf österreichischem Gebiet festgestellten Fossilien, Heft XVII b: 64 S., 3 Tab.; Wien.

Pia, J. (1926): Die Diploporen der deutschen Trias und die Frage der Gleichsetzung der deutschen und alpinen Triasstufen. - Z. deutsch. geol. Ges., 78: 192-201; Berlin.

Pia, J. (1930): Grundbegriffe der Stratigraphie mit ausführlicher Anwendung auf die europäische Mitteltrias. - 252 S.; Leipzig, Wien (Deuticke).

Pia, J. (1931): Die Dasycladaceen der germanischen Trias. - Ann. Naturhist. Mus. Wien, 63: 265-279, Taf. 21; Wien.

Round, F. E. (1981): The Ecology of Algae. - Cambridge (University Press).

Schafer, K. A. (1971): Zur stratigraphischen Stellung der *Spiriferina*-Bank (Hauptmuschelkalk) im nördlichen Baden-Württemberg.- Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. [N. F.], 53: 207-237, 7 Abb.; Stuttgart.

Seilacher, A. (1986): The Jeram Model: Event Condensation in a Modern Intertidal Environment. - In: Bayer, U. & Seilacher, A. (Hrsg.), Sedimentary and Evolutionary Cycles. - Lecture Notes in Earth Sciences, 1: 336-341, 2 Abb.; Berlin.

Skupin, K. (1970): Feinstratigraphische und mikrofazielle Untersuchungen im Unteren Hauptmuschelkalk des Neckar-Jagst-Kochergebietes. - Jahresber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. [N. F.], 51: 87-118, 8 Taf., 18 Abb., 33 Tab., Stuttgart.

Urlichs, M. & Mundlos, R. (1980): Revision der Ceratiten aus der *atavus*-Zone (Oberer Muschelkalk, Oberanis) von SW-Deutschland. - Stuttgarter Beitr. Naturkde. (B), 48: 42 S., 4 Taf., 7 Abb.; Stuttgart.

Urlichs, M. & Mundlos, R. (1985): Revision der Gattung *Ceratites* deHaan 1825 (Ammonoidea, Mitteltrias). I. - Stuttgarter Beitr. Naturkunde, (B), 128: 36 S., 16 Abb.; Stuttgart.

Urlichs, M. & Mundlos, R. (1990): Zur Ceratiten-Stratigraphie im Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) Nordwürttembergs. - Jh. Ges. Naturkunde Württemberg, 145: 59-74, 2 Abb., 2 Taf., Stuttgart.

Urlichs, M. & Vath, U. (1990): Zur Ceratiten-Stratigraphie im Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) bei Göttingen (Südniedersachsen). - Geol. Jb. Hessen, 118: 127-147, 1 Abb., 1 Tab., 7 Taf.,; Wiesbaden.

Visscher, H., Brugman, W. A. & Van Houte, M. (1993): Chronostratigraphical and Sequence Stratigraphical Interpretation of the Palynomorph Record from the Muschelkalk of the Obernsees Well, South Germany. - In: Hagdorn, H. & Seilacher, A. (Hrsg.): Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991. - Sonderbände. Ges. Naturkunde Württemberg, 2: 145–152, 4 Abb. Stuttgart, Korb (Goldschneck).

Voigt, E. (1975): Tunnelbaue rezenter und fossiler Phoronidea. - Paläont. Z., 49: 135-167, Taf. 11-18, 2 Abb.; Stuttgart.

Vollrath, A. (1955): Zur Stratigraphie des Trochitenkalkes in Baden-Württemberg. - Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, 1: 169-189, 1 Abb.; Freiburg/Br.

Wenger, R. (1957): Die Germanischen Ceratiten. - Palaeontographica, A 108: 57-129, Taf. 8-20, 44 Abb., 17 Tab.; Stuttgart.

Wirth, W. (1957): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Trochitenkalkes im nordwestlichen Baden-Württemberg. - Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, 2: 135-173, Abb. 18-30, Tab. 8-9; Freiburg/Br.